

Variabilità morfologica in *Leuciscus cephalus* L. del bacino del F. Tevere

Morphological variability in *Leuciscus cephalus* L. from the Tiber river basin.

Massimo Lorenzoni *, Antonella Carosi *, Giancarlo Giovinazzo *,
Mario Mearelli *, Maria Letizia Petesse *

* Istituto di Idrobiologia e Piscicoltura, Università di Perugia, Via Elce di Sotto, Perugia.

Riassunto: Sono state confrontate le caratteristiche morfologiche di 259 cavedani (*Leuciscus cephalus* L.) provenienti da 4 diversi ambienti del bacino del F. Tevere: L. di Piediluco, L. di Recentino, F. Tevere e L. Trasimeno. Le popolazioni rivelano differenze altamente significative per tutti i parametri morfometrici esaminati, ad eccezione della lunghezza del capo e della lunghezza della base della pinna anale, mentre nessuna differenza si riscontra per i caratteri meristici. L'analisi discriminante ha permesso di separare le 4 popolazioni fra loro: gli esemplari di Piediluco appaiono maggiormente differenziati rispetto alle altre popolazioni, mentre maggiori sono le affinità che emergono fra gli esemplari degli altri 3 bacini.

Summary: Morphological features of 259 chub (*Leuciscus cephalus* L.) from four different environments in the River Tiber basin (Lake Piediluco, Lake Recentino, the River Tiber and Lake Trasimeno) were compared. Statistically significant differences were observed in the morphometric parameters between the populations but no significant differences were in the meristic characters. Discriminant analyses separated the four populations. The specimens from Lake Piediluco appear to be better characterised while the specimens from the other three basins have a greater affinity.

Keywords: *Leuciscus cephalus*, morphology, morphometry, morphometric parameters

INTRODUZIONE

Le informazioni sulle caratteristiche morfologiche di *Leuciscus cephalus* L. dell'Italia centrale sono scarse e la posizione sistematica della popolazione del L. Trasimeno è stata trattata da numerosi autori (Bianco e Recchia, 1983; Gandolfi e Zerunian, 1987, Bianco, 1988a). In particolare gli esemplari del L. Trasimeno venivano differenziati nel passato dal cavedano comune per una serie di caratteri morfometrici, tanto da essere attribuiti ad una diversa sottospecie: *Leuciscus cephalus albus* Bp. (Bonaparte, 1838; Pietravalle, 1908; Gridelli, 1935).

Già Tortonese (1970) aveva avanzato dei dubbi sulla validità di tale inquadramento sistematico che, in tempi più recenti, è stato corretto da Gandolfi et al. (1991);

secondo tali autori, infatti, le differenze riscontrabili fra *albus* e le altre popolazioni di cavedani italiani non sono tali da permettere il mantenimento della sottospecie in questione.

Lo scopo della ricerca è volto ad approfondire le conoscenze sulle caratteristiche morfometriche e meristiche della popolazione di cavedani presenti nel L. Trasimeno, confrontandole con quelle di altre popolazioni del bacino del F. Tevere.

MATERIALI E METODI

Sono stati esaminati 259 esemplari catturati con reti ed elettrostorditore a corrente continua, provenienti dal L. Trasimeno (40 es.), L. di Piediluco (29 es.), L. di Recentino (48 es.) e da varie località del F. Tevere (142 es.).

Per ciascun esemplare di cavedano, conservato a -18 °C e successivamente scongelato, sono stati analizzati sul lato sinistro del corpo i parametri morfometrici (± 0.1 cm) e meristici elencati e codificati in Tab. 1; i parametri morfometrici vengono inoltre raffigurati in Fig. 1. La lunghezza standard è stata misurata dall'apice del muso al margine posteriore della placca ipurale. Il numero delle squame sulla linea laterale include tutte le squame forate presenti in serie longitudinale sul fianco, dal margine posteriore dell'opercolo fino al peduncolo caudale; il numero delle squame sopra la linea laterale comprende le squame in serie trasversale dall'inserzione anteriore della pinna dorsale, fino alla linea laterale esclusa; il numero delle squame sotto la linea laterale comprende le squame in serie trasversale sotto la linea laterale dall'inserzione anteriore della pinna pelvica alla linea laterale esclusa (Lagler et al., 1962, Bianco e Taraborelli, 1985). Il sesso di 157 esemplari è stato determinato mediante dissezione ed esame delle gonadi. La distribuzione in frequenza percentuale della lunghezza standard dell'intero campione è mostrata in Fig. 2.

Tutti i parametri morfometrici sono stati trasformati mediante la formula:

$$M_t = M_o \left(\frac{L}{L_o} \right)^b$$

dove: M_t = misura standardizzata, M_o = misura del carattere osservato, L = lunghezza standard media del campione complessivo (pari a 16.95 cm), L_o = lunghezza standard di ciascun esemplare, b = coefficiente di regressione lineare tra $\log M_o$ e $\log L_o$ per ciascun gruppo. Questa trasformazione minimizza la variabilità risultante da una crescita allometrica (Beacham, 1985; Reist, 1985) e permette il confronto di campioni con lunghezza media differente.

Il *t*-test ha permesso di evidenziare alcuni parametri che presentano differenze significative fra i sessi e che sono stati pertanto esclusi dalle successive elaborazioni. Il confronto fra le 4 popolazioni è stata condotta mediante analisi della varianza ed analisi discriminante sui parametri standardizzati (Sas Institute, 1989).

Tabella 1 - Elenco dei parametri morfometrici e meristici analizzati.

PARAMETRI MORFOMETRICI	
Acp	Altezza capo
Amx	Altezza massima del corpo
Amin	Altezza minima del corpo
Dino	Distanza interorbitaria
DmPA	Distanza preanale
DmPD	Distanza predorsale
DmPV	Distanza preventrale
DmPPPV	Distanza p.pettorali-ventrali
DmPVPA	Distanza p.ventrali-anale
Dor	Diametro orbitale
Lbc	Lunghezza bocca
LbPA	Lunghezza della base p. anale
LPA	Lunghezza pinna anale
LbPD	Lunghezza della base p. dorsale
LPD	Lunghezza pinna dorsale
LPP	Lunghezza pinne pettorali
LPV	Lunghezza pinne ventrali
LPC	Lunghezza pinna caudale
DmOr	Distanza preorbitale
Lcp	Lunghezza capo
Ls	Lunghezza standard
Lt	Lunghezza totale
PARAMETRI MERISTICI	
NLL	Numero scaglie sulla linea laterale
NSOP	Numero scaglie sopra la linea laterale
NSOT	Numero scaglie sotto la linea laterale
NRPD	Numero raggi ramificati pinna dorsale
NRPV	Numero raggi ramificati pinne ventrali
NRPA	Numero raggi ramificati pinna anale

Figura 1 - Parametri morfometrici analizzati. Per le abbreviazioni, vedi Tab.1.

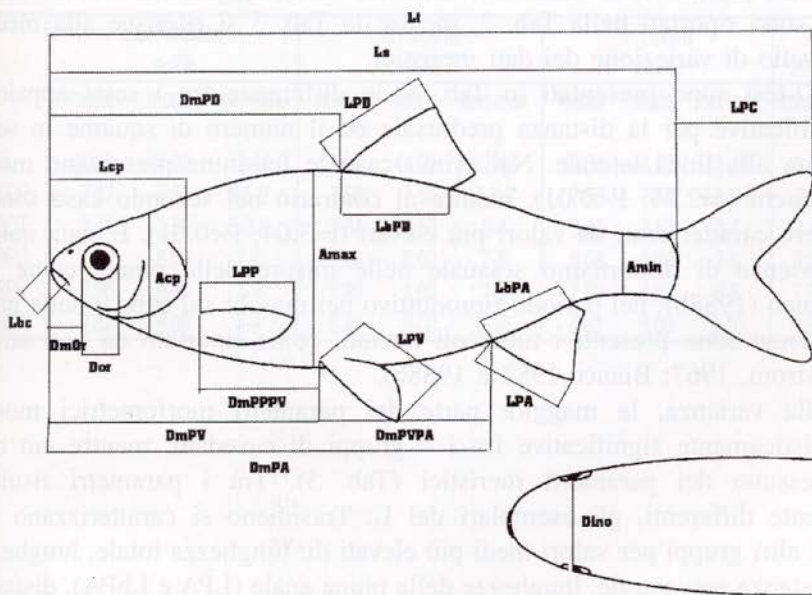
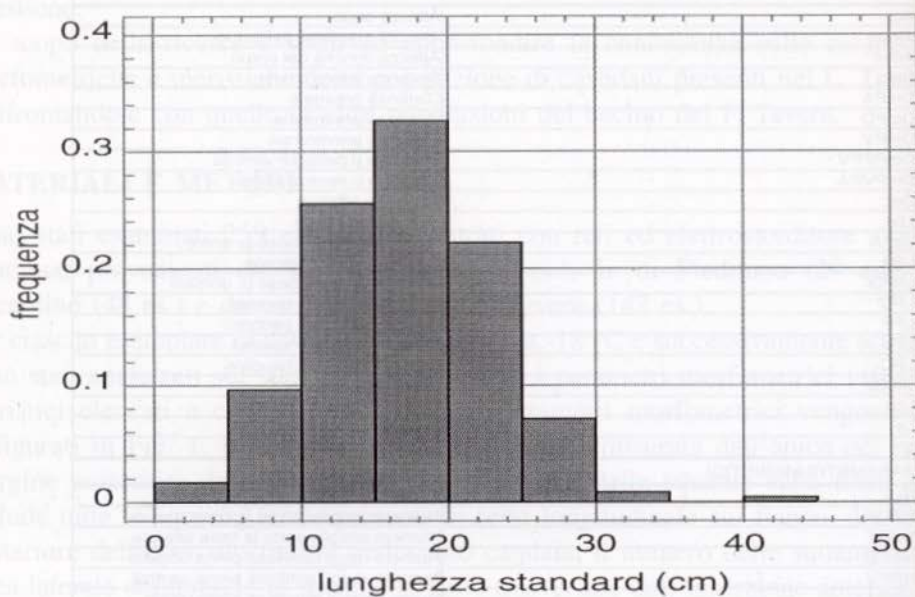


Figura 2 - Istogramma di frequenza relativa della lunghezza standard del campione complessivo.



RISULTATI

I valori medi e la deviazione standard dei dati morfometrici trasformati relativi alle 4 popolazioni sono riportati nella Tab. 2, mentre la Tab. 3 si riferisce alla media, moda ed intervallo di variazione dei dati meristici.

I risultati del *t*-test sono presentati in Tab. 4: le differenze fra i sessi appaiono altamente significative per la distanza predorsale ed il numero di squame in serie trasversale sopra alla linea laterale. Nel primo caso le femmine presentano medie superiori ai maschi ($t=2.79$; $P<0.01$), mentre al contrario nel secondo caso sono i maschi ad essere caratterizzati da valori più elevati ($t=3.04$; $P<0.01$). È stata quindi riscontrata l'assenza di dimorfismo sessuale nelle misure delle pinne, come già rilevato da Bianco (1988b); nel periodo riproduttivo nei maschi sul capo e nella parte anteriore del dorso sono presenti i tubercoli nuziali, come riportato da vari autori (Muus e Dahlstrom, 1967; Bianco, 1982 e 1988b).

All'analisi della varianza, la maggior parte dei parametri morfometrici mostra differenze statisticamente significative fra i 4 gruppi di cavedani, mentre ciò non accade per nessuno dei parametri meristici (Tab. 5). Tra i parametri risultati significativamente differenti, gli esemplari del L. Trasimeno si caratterizzano nei confronti degli altri gruppi per valori medi più elevati di: lunghezza totale, lunghezza della bocca, distanza preventrale, lunghezze della pinna anale (LPA e LbPA), distanza

VARIABILITÀ MORFOLOGICA IN *LEUCISCUS CEPHALUS*

Tabella 2 - Valori medi e deviazione standard (std) dei parametri morfometrici nelle 4 popolazioni esaminate. Per le abbreviazioni, vedi Tab. 1. (n=n° di esemplari).

	L.di Piediluco n=29		L.di Recentino n=48		F.Tevere n=142		L.Trasimeno n=40	
	media	std	media	std	media	std	media	std
Acp	2.59	0.14	2.59	0.14	2.69	0.15	2.60	0.10
Amax	3.89	0.22	4.13	0.21	3.81	0.27	3.74	0.24
Amin	1.75	0.10	1.67	0.09	1.65	0.08	1.63	0.12
Dino	1.68	0.08	1.69	0.09	1.59	0.17	1.56	0.11
DmPA	11.76	0.32	11.58	0.30	11.49	0.31	11.72	0.18
DmPD	8.77	0.20	8.86	0.29	8.81	0.23	8.89	0.23
DmPV	8.35	0.23	8.39	0.25	8.24	0.24	8.55	0.16
DmPPPV	4.09	0.20	4.56	0.24	4.51	0.19	4.64	0.20
DmPVPA	3.47	0.23	3.60	0.19	3.43	0.20	3.50	0.22
Dor	0.85	0.06	0.74	0.04	0.79	0.07	0.80	0.05
Lbc	1.02	0.06	1.10	0.16	1.21	0.13	1.23	0.10
LbPA	1.68	0.10	1.74	0.25	1.67	0.16	1.76	0.13
LPA	2.13	0.12	2.22	0.15	2.18	0.15	2.24	0.10
LbPD	1.74	0.09	1.75	0.11	1.73	0.16	1.78	0.10
LPD	3.00	0.15	2.99	0.20	2.88	0.17	2.69	0.21
LPP	3.00	0.09	2.91	0.11	2.86	0.14	2.83	0.12
LPV	2.37	0.09	2.44	0.10	2.34	0.12	2.34	0.10
LPC	3.09	0.19	3.06	0.23	2.84	0.29	3.11	0.21
DmOr	1.17	0.06	1.27	0.08	1.30	0.09	1.24	0.08
Lcp	3.98	0.18	4.02	0.15	4.06	0.20	4.06	0.15
Lt	20.03	0.18	19.88	0.24	19.83	0.28	20.10	0.26

Tabella 3 - Valori medi, moda ed intervallo di variazione dei parametri meristici nelle 4 popolazioni esaminate. Per le abbreviazioni, vedi Tab. 1. (n=n° di esemplari).

	L.di Piediluco n=29			L.di Recentino n=48			F.Tevere n=142			L.Trasimeno n=40		
	media	moda	min-max	media	moda	min-max	media	moda	min-max	medi	moda	min-max
NLL	44.28	44.00	43-46	44.17	44.00	42-46	44.04	44.00	42-46	44.07	44.00	42-46
NSOP	7.37	7.50	6.5-8	7.56	7.50	7-8.5	7.52	7.50	6.5-8.5	7.55	7.50	7-8.5
NSOT	3.41	3.50	3-3.5	3.54	3.50	3-4	3.49	3.50	3-4	3.44	3.50	3-4
NRPD	7.96	8.00	7-8	7.96	8.00	7-8	8.02	8.00	7-9	8.00	8.00	7-9
NRPV	7.96	8.00	7-9	7.96	8.00	7-9	7.90	8.00	6-9	7.92	8.00	7-8
NRPA	8.82	9.00	8-9	8.91	9.00	8-10	8.92	9.00	8-10	8.87	9.00	8-9

Tabella 4 - *t*-test fra i sessi. Per le abbreviazioni, vedi Tab. 1.

	t	P
Lt	0.27	0.789
Dor	1.06	0.290
DmOr	0.91	0.395
Dino	1.25	0.213
Acap	0.41	0.681
Lcp	1.19	0.234
Lbc	0.22	0.826
Amax	0.49	0.620
Amin	0.87	0.384
DmPD	2.79	0.006
DmPV	1.51	0.134
DmPA	0.89	0.376
LPD	0.61	0.545
LbPD	1.76	0.080
LPA	0.33	0.743
LbPA	1.97	0.051
LPP	0.04	0.969
LPV	0.80	0.424
DmPPP	1.08	0.283
DmPVPA	0.02	0.986
LPC	0.66	0.507
NLL	0.58	0.561
NSOP	3.04	0.003
NSOT	0.50	0.616
RRPD	0.82	0.414
RRPA	0.69	0.490
RRPV	1.96	0.052

Tabella 5 - Analisi della varianza fra le 4 popolazioni. Per le abbreviazioni, vedi Tab. 1.

	F	P
Lt	10.98	0.0001
Dor	14.54	0.0001
DmOr	21.09	0.0001
Dino	5.95	0.0007
Acap	7.31	0.0001
Lcp	1.80	0.1481
Lbc	20.61	0.0001
Amax	12.71	0.0001
Amin	8.95	0.0001
DmPV	18.21	0.0001
DmPA	9.89	0.0001
LPD	22.11	0.0001
LbPD	1.40	0.2432
LPA	4.58	0.0040
LbPA	4.01	0.0085
LPP	11.60	0.0001
LPV	5.31	0.0015
DmPPP	45.35	0.0001
DmPVPA	4.94	0.0025
LPC	14.34	0.0001
NLL	0.83	0.4768
NSOT	1.93	0.1257
RRPD	0.97	0.4054
RRPA	0.70	0.5538
RRPV	0.31	0.8178

fra le pinne pettorali e ventrali, lunghezza della pinna caudale. Valori medi significativamente più bassi si riscontrano per: altezze del corpo (A_{max} e A_{min}), distanza interorbitale, lunghezze delle pinne dorsale, pettorali e ventrali. I cavedani del L. di Piediluco mostrano valori medi più elevati di: diametro orbitale, altezza minima del corpo, distanza preanale, lunghezza della pinna dorsale, lunghezza delle pinne pettorali, mentre hanno valori medi più bassi per: distanza preorbitale, lunghezza della bocca, lunghezza della pinna anale e distanza tra le pinne pettorali e ventrali. Gli esemplari del L. di Recentino presentano i valori maggiori di: distanza interorbitaria, altezza massima del corpo e distanza tra le pinne ventrali e la pinna anale e valori minori di: diametro dell'occhio e altezza della testa. Infine nel F. Tevere sono stati registrati i valori medi più elevati per la distanza preorbitale e l'altezza della testa e valori medi più bassi per quanto riguarda: lunghezze della testa e della pinna caudale, distanze preventrale, preanale e tra le pinne ventrali ed anale. L'analisi discriminante (SAS Institute, 1989) ha permesso di ben separare i 4 gruppi fra di loro, risultando le differenze fra i centroidi altamente significative al Wilks' 1 test ($P < 0.01$). La Fig. 3 rappresenta il piano definito dalle prime due funzioni dell'analisi, che giustificano complessivamente l'82.05% della varianza (Tab. 6): maggiori sovrapposizioni esistono fra gli esemplari del L. di Recentino, del F. Tevere e del L. Trasimeno, mentre separati dagli altri appaiono quelli provenienti dal L. di

Figura 3 - Analisi discriminante: i valori numerici si riferiscono ai centroidi (1=Piediluco; 2=Recentino; 3=Tevere; 4=Trasimeno).

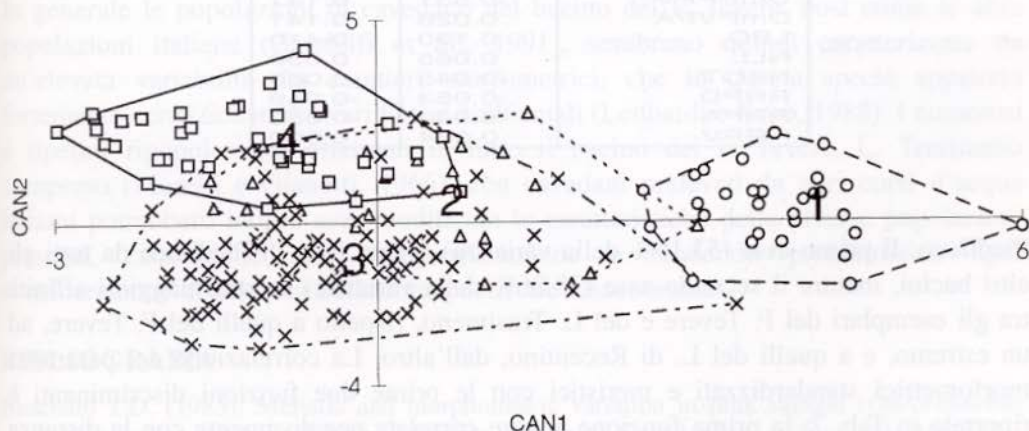


Tabella 6 - Analisi discriminante.

	Canonical Correlation	Approx Standard Error	Eigenvalue	Proportion	Cumulative	Likelihood Ratio	Approx F	Pr > F
1	0.8443	0.0200	2.4822	0.5319	0.5319	0.0666	10.54	0.0001
2	0.7575	0.0300	1.3465	0.2886	0.8205	0.2319	8.07	0.0001
3	0.6751	0.0379	0.8376	0.1795	1.0000	0.5442	3.59	0.0001

Tabella 7 - Coefficienti di correlazione fra i parametri morfometrici e meristici e le prime 2 funzioni discriminanti. Per le abbreviazioni, vedi Tab. 1.

PARAMETRO	CAN1	CAN2
Lt	0.077	0.359
Dor	0.172	0.002
DmOR	-0.287	-0.321
Dino	0.165	0.001
Acap	-0.098	-0.241
Lcp	-0.098	-0.026
Lbc	-0.381	-0.036
Amax	0.109	-0.031
Amin	0.255	-0.014
DmPV	-0.016	0.456
DmPA	0.134	0.284
LPD	0.259	-0.268
LbPD	-0.015	0.125
LPA	-0.124	0.154
LbPA	-0.026	0.202
LPP	0.272	-0.025
LPV	0.067	0.033
DmPPP	-0.531	0.141
DmPVPA	0.026	0.141
LPC	0.130	0.410
NLL	0.065	0.030
NSOT	-0.045	-0.066
RRPD	-0.053	-0.049
RRPA	-0.046	-0.050
RRPV	0.034	0.030

Piediluco. Il primo asse (53.19% della varianza) separa il L. di Piediluco da tutti gli altri bacini, mentre il secondo asse (28.86% della varianza) mostra maggiori affinità tra gli esemplari del F. Tevere e del L. Trasimeno, rispetto a quelli del F. Tevere, ad un estremo, e a quelli del L. di Recentino, dall'altro. La correlazione dei parametri morfometrici standardizzati e meristici con le prime due funzioni discriminanti è riportata in Tab. 7: la prima funzione appare correlata negativamente con la distanza tra le pinne pettorali e ventrali, mentre la seconda funzione è correlata positivamente con la distanza preventrale e la lunghezza della pinna caudale.

L'analisi ha permesso di classificare correttamente il 100% dei cavedani di Piediluco, l'82.61% di Recentino, 86.96% del Tevere ed il 90% del Trasimeno.

CONCLUSIONI

Bonaparte (1838) afferma che *Leuciscus albus* del L. Trasimeno presenta nei confronti del cavedano comune muso più acuto, bocca ed occhi più grandi, pinne più scure, squame più larghe e colore più chiaro. Per Pietravalle (1908) si differenzia dagli altri cavedani per i seguenti caratteri: capo più allungato, profilo del dorso rettilineo, apertura boccale estesa fin sotto il centro dell'occhio, linea laterale con 43-47 squame. Caratteri molto simili sono stati osservati anche da Gridelli (1935). In parte tali affermazioni sono in contraddizione con quanto riportato da Bianco e Recchia (1983), per i quali gli esemplari del Trasimeno si distinguono per avere spazi preorbitali ed interorbitali, altezza e lunghezza della testa minori che in altri gruppi di cavedani. Nessun carattere meristico presenta differenze statisticamente significative nelle 4 popolazioni confrontate e fra i vari caratteri, che secondo la letteratura caratterizzerebbero i cavedani del L. Trasimeno, appaiono confermati dall'analisi della varianza soltanto la forma più slanciata del corpo e la maggiore lunghezza della bocca. La colorazione del corpo appare effettivamente più chiara negli esemplari del Trasimeno, per i quali c'è inoltre da segnalare la presenza di un peritoneo sensibilmente più scuro, per addensamento di numerosi melanofori sulla superficie della membrana; tale carattere appare tuttavia abbastanza variabile anche nelle altre popolazioni.

L'analisi discriminante ha permesso di evidenziare i rapporti fra le 4 popolazioni esaminate: gli esemplari del L. di Piediluco risultano morfologicamente ben differenziati dagli altri, mentre maggiori affinità esistono fra quelli del F. Tevere, del L. Trasimeno e del L. di Recentino.

In generale le popolazioni di cavedano del bacino del F. Tevere, così come le altre popolazioni italiane (Gandolfi et al., 1991), sembrano quindi caratterizzate da un'elevata variabilità dei caratteri morfometrici, che in questa specie appaiono fortemente condizionati dai vari fattori ambientali (Lenhardt e Krpo, 1988). I numerosi e ripetuti ripopolamenti effettuati in tutto il bacino del F. Tevere, L. Trasimeno compreso (Moretti e Gianotti, 1966), con cavedani prelevati da altri corsi d'acqua italiani potrebbero inoltre aver modificato le caratteristiche delle diverse popolazioni presenti, causandone una omogeneizzazione e rendendo problematica ogni considerazione conclusiva sulla loro posizione tassonomica.

BIBLIOGRAFIA

- Beacham T.D. (1985): Meristic and morphometric variation in pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in southern British Columbia and Puget Sound. *Can. J. Zool.*, **63**: 366-372.
- Bianco P.G. (1982): Hybridization between *Alburnus albidus* (C.) and *Leuciscus cephalus cabeda* R. in Italy. *J.Fish Biol.*, **21**: 593-603.
- Bianco P.G. (1988a): I pesci d'acqua dolce d'Italia: note su un recente contributo. *Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, **129** (2-3): 146-158.
- Bianco P.G. (1988b): *Leuciscus cephalus* (Linnaeus), with records of fingerling adult males,

- Leuciscus pleurobipunctatus* (Stephanidis) and their hybrids from western Greece. *J.Fish Biol.*, **32**: 1-16.
- Bianco P.G., Recchia F. (1983): The Leuscinae of the *Squalius* species complex in Italy (Pisces, Cyprinidae). *Boll. Zool.*, **50**: 15-19.
- Bianco P.G., Taraborelli T. (1985): Contributo alla conoscenza del genere *Rutilus* Rafinesque in Italia e nei Balcani occidentali (Pisces, Cyprinidae). *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, **3**: 131-172.
- Bonaparte C.L. (1838): *Leuciscus albus*. In: *Iconographia della Fauna italiana, Pesci*, Vol.3., Fasc.XXII, Tav. 113, Fig. 2.
- Gandolfi G., Zerunian S. (1987): I pesci delle acque interne italiane: aggiornamenti e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione. *Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, **128** (1-2): 3-56.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A. (1991): *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, pp. 617.
- Gridelli E. (1935): Le trote della Venezia Giulia. *Note Ist. Biol. Mar.*, **16**: 1-10.
- Lagler K.E., Bardach J.E., Miller R.R. (1962): *Ichthyology*. J.Wiley & Sons, New York, pp.545.
- Lenhardt M., Krpo J. (1988): Komparativna analiza taksonomskih karakteristika klena (*Leuciscus cephalus* L.) iz termalnih voda Vrujci kod Ijiga (sliv Save) i iz zapadne Morave (preliminarno saopštenje). *Ichthyos*, **6**: 23-28.
- Moretti G.P., Gianotti F.S. (1966): *I pesci del Lago Trasimeno*. Grafica Salvi, Perugia, pp. 98.
- Muus B.J., Dahlstrom P. (1967): *Europas Ferskvandsfisk*. Gads Forlag, Copenhagen, pp. 219.
- Pietravallo N. (1908): Contribuzione allo studio delle specie europee del genere *Squalius* Bp. *Boll. Soc. Zool. Ital.*, **2**: 1-9.
- Tortonese E. (1970): *Fauna d'Italia. Osteichthyes. Pesci ossei*. Vol. X. Edizioni Calderini, Bologna, pp.565.
- Reist J. (1985): An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. *Can. J. Zool.*, **63**: 1429-1439.
- SAS Institute Inc. (1989): *SAS/STAT User's Guide, Version 6*, Fourth Edition, Volume 1. Cary, NC, pp. 890.